

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-116182

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)6月22日

H 01 L 31/10

6666-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 半導体光検出器

⑯ 特 願 昭58-225896

⑰ 出 願 昭58(1983)11月29日

⑱ 発 明 者 中 野 元 雄 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 松 岡 宏 四 郎

明 細 書

1. 発明の名称

半導体光検出器

2. 特許請求の範囲

p⁺型(あるいはn⁺型)半導体基板に接して該半導体基板より低い不純物濃度を有するp型(あるいはn型)半導体単結晶膜が絶縁膜上に延在し、前記半導体基板面上を含む半導体単結晶膜領域にn⁺型(あるいはp⁺型)コレクタ領域、前記絶縁膜上の半導体単結晶膜領域に該半導体単結晶膜より高い不純物濃度を有するp⁺型(あるいはn⁺型)領域が設けられて、該p⁺型(あるいはn⁺型)領域と前記p⁺型(あるいはn⁺型)半導体基板との間に、該p⁺型(あるいはn⁺型)領域と前記コレクタ領域との間に印加した逆電圧より低い(あるいは高い)逆電圧が印加されていることを特徴とする半導体光検出器。

3. 発明の詳細な説明

(a) 発明の技術分野

本発明は半導体光検出器にかかり、特にSOI

型半導体装置を利用した検出効率の良い光検出器(光センサ)に関する。

(b) 従来技術と問題点

光検出器の需要は急速に増えつづけており、各種の光電スイッチ、電子計算機のカードリーダやフロッピディスク、複写機、ファクシミリ等に利用されている。その代表的なものはフォトダイオードであり、その他にフォトトランジスタなどもあつて光検出器の発展は半導体技術の発展に負うところが大きい。

このような半導体素子が光を検知できる理由は、素子のpn接合部に光が当たるときに光起電力が発生するからで、更に詳しくはpn接合部に逆方向電圧を印加すると空乏層が生れ、その空乏層および空乏層近傍に光が当たると、光エネルギーで電子と正孔が誘起されて電流が流れ、この電流が検出されて光の有無が検知される。

第1図に従来のフォトダイオードの断面図を示しており、p型シリコン基板1に対してn型領域2を薄く形成し、出来るだけ空乏層3が表面近く

に形成されるような構造になつており、 I_p は光を検出する電流計である。

(d) 発明の目的

このようなフォトダイオードの構造に対して、本発明は絶縁膜上にレーザアニールによつて形成された半導体単結晶膜を利用して、一層検出効率が高くなるダイオード型の光検出器を提案するものである。

(d) 発明の構成

その目的は、 p^+ 型（あるいは n^+ 型）半導体基板に接して該半導体基板より低い不純物濃度を有する p 型（あるいは n 型）半導体単結晶膜が絶縁膜上に延在し、前記表面面上を含む半導体単結晶膜領域に n^+ 型（あるいは p^+ 型）コレクタ領域、前記絶縁膜上の半導体単結晶膜領域に該半導体単結晶膜より高い不純物濃度を有する p^+ 型（あるいは n^+ 型）領域が設けられて、該 p^+ 型（あるいは n^+ 型）領域と前記 p^+ 型（あるいは n^+ 型）半導体基板との間に、該 p^+ 型（あるいは n^+ 型）領域と前記コレクタ領域との間に印加

した逆電圧より低い（あるいは高い）逆電圧が印加されている半導体光検出器によつて達成される。

(e) 発明の実施例

以下、図面を参照して一実施例によつて詳細に説明する。

第2図は本発明にかかる半導体光検出器の断面構造図を示しており、4は p^+ 型シリコン基板、5はシリコン基板面を選択的に熱酸化した二酸化シリコン(SiO_2)膜、6は気相成長層をレーザアニールによつて結晶化した p 型シリコン単結晶膜そのまゝの領域、7は SiO_2 膜2上に設けた p^+ 型シリコン単結晶膜領域、8は p^+ 型シリコン基板に接して SiO_2 膜2上に延在するシリコン単結晶膜からなる n^+ 型コレクタ領域である。このように、 n^+ 型コレクタ領域8に対して p 型シリコン単結晶膜領域6と p^+ 型シリコン基板4とが接合したダイオード構造となつており、 p^+ 型シリコン基板4を接地し、 n^+ 型コレクタ領域8に $+V_1$ 、 p^+ 型シリコン単結晶膜領域7に $-V_2$ を印加して、光は電流計 I_p によつて検出

される。

本構造に上記のように電圧を印加すれば、 p 型シリコン単結晶膜領域6内部に n^+ 型コレクタ領域8から p^+ 型シリコン単結晶膜領域7へ向かう電界を生ずる。この電界によつて p 型シリコン単結晶膜領域6内の電子少数キャリアは再結合して消滅する前に、ある距離の間を n^+ 型コレクタ領域8へ向かってドリフトする。

かくして、 p - n 接合部の空乏層9およびその近傍に光を照射すると、前記電子のドリフト効果によつて光起電力の生ずる有効領域が一層広がる。第3図に空乏層9とその近傍の拡大部分図を示しているが、従来の有効領域は空乏層9と p 型シリコン単結晶膜領域6の側面の電子（少数キャリア）の拡散長 L に係数 α をかけた αL 幅部分10であつた。本発明ではこれに加えて、印加電圧 $-V_2$ によつて電子がドリフトした電界幅部分11だけ増加する。また、 p 型シリコン単結晶膜領域6より p^+ 型シリコン基板4を高濃度不純物領域とすることによつて、 p 型シリコン単結晶膜領域6に誘

起された電子は p^+ 型シリコン基板4に拡散されることが防止され、コレクタ領域に電子が集められる効率が高くなり、上記の条件に加えて光感度の向上に寄与する。

次に、この光検出器の形成方法の概要を説明すると、固素不純物濃度 $10^{18}/\text{cm}^3$ 程度の p^+ 型シリコン基板（ウエハ）4を用意し、熱酸化して膜厚 $0.6 \sim 1 \mu\text{m}$ の SiO_2 膜5を選択的に形成する。次いで、化学的に気相成長した膜厚 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ の多結晶シリコン膜にCWアルゴンレーザ（出力10W前後）を照射し、単結晶化してシリコン単結晶膜にする。この多結晶シリコン膜の気相成長時に p 型不純物（硼素）を含有させておいて、不純物濃度 $10^{16}/\text{cm}^3$ 程度の p 型シリコン単結晶膜6に形成する。次いで、更に硼素をイオン注入又は熱拡散して不純物濃度 $10^{19}/\text{cm}^3$ 程度の p^+ 型の領域7を形成し、または砒素をイオン注入又は熱拡散して不純物濃度 $10^{20}/\text{cm}^3$ 程度の n^+ 型のコレクタ領域8を形成する。このようにして、 SiO_2 膜5上にエピタキシャル成長した p 型シリコン単結

晶膜にSOI構造の検出器が形成される。

次に、第4図は本発明にかかる他の実施例を示しており、本例はp⁺型シリコン基板12にのみ接して複数のn⁺型コレクタ領域13が形成されており、受光面積を拡大した光検出器である。14はSiO₂膜、15はp⁺型領域、16はp型シリコン単結晶膜領域で、この例は平面的にはn⁺型コレクタ領域13、p型シリコン単結晶膜領域16、p⁺型領域15が同心円状に形成されたリング形状の構造になる。この例も上記と同様にp型シリコン単結晶膜領域16に電界がかかって広い領域で発生した電子がコレクタ領域に集まり、光検知感度が良くなることは言うまでもない。

尚、上記例と逆導電型の光検出器でも、同様の効果が得られるが、その際には印加電圧が逆極性になる。

(f) 発明の効果

以上の説明から明らかなように、本発明によればSOI構造を利用した検知効率の良い光検出器が得られ、その高性能化に寄与するものである。

4. 図面の簡単な説明

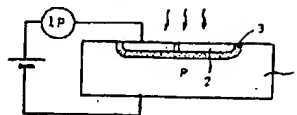
第1図は従来のフォトダイオードの断面図、第2図および第4図は本発明にかかる光検出器の断面構造図、第3図はその空乏層近傍の部分拡大図である。

図中、1はp型シリコン基板、2はn型領域、3、9は空乏層、4、12はp⁺型シリコン基板、5、14はSiO₂膜、6、16はp型シリコン単結晶膜領域、7、15はp⁺型領域、8、13はn⁺型コレクタ領域、V₁、V₂は印加電圧、I_pは検出電流計を示している。

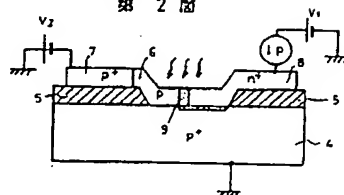
代理人 弁理士 松岡 宏 四 郎



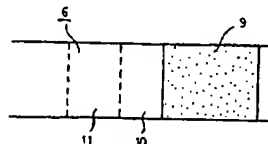
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

